

COPPER ALLOY EXTRA FINE WIRE FOR SEMICONDUCTOR DEVICE AND SEMICONDUCTOR DEVICE**Publication Number:** 03-291340 (JP 3291340 A) , December 20, 1991**Inventors:**

- ISHII TOSHINORI
- MORI AKIRA

Applicants

- MITSUBISHI MATERIALS CORP (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

Application Number: 02-094469 (JP 9094469) , April 10, 1990**International Class (IPC Edition 5):**

- C22C-009/00
- H01L-021/60

JAPIO Class:

- 12.3 (METALS--- Alloys)
- 12.2 (METALS--- Metallurgy & Heat Treating)
- 42.2 (ELECTRONICS--- Solid State Components)

Abstract:

PURPOSE: To improve the reliability at a high temperature as a copper alloy extra fine wire for a semiconductor device and the reliability against the change in temperature by incorporating a trace amount of Fe, Al and Mg into high purity oxygen free copper.

CONSTITUTION: In a copper alloy extra fine wire used as a bonding wire for a semiconductor device, oxygen free copper having high purity of $\geq 99.9999\text{wt.}\%$ is incorporated with each 0.1wt.ppm of Fe and Ag and 0.5 to 400ppm Mg. The added Fe and Ag improve the corrosion resistance in the joined part of a wire with an Al alloy wiring film by the coexistence with Mg without increasing the hardness of the copper. Even in the contraction of a package or the like in accordance with the change in temperature, the generation of cracks in its heat affected zone can be reduced. (From: *Patent Abstracts of Japan*, Section: C, Section No. 923, Vol. 16, No. 126, Pg. 95, March 31, 1992)

JAPIO

© 2005 Japan Patent Information Organization. All rights reserved. ,
Dialog® File Number 347 Accession Number 3628440

⑫ 公開特許公報(A)

平3-291340

⑬ Int. Cl.⁵C 22 C 9/00
H 01 L 21/60

識別記号

3 0 1 F

庁内整理番号

8015-4K
6918-4M

⑭ 公開 平成3年(1991)12月20日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全4頁)

⑮ 発明の名称 半導体装置用銅合金極細線及び半導体装置

⑯ 特 願 平2-94469

⑰ 出 願 平2(1990)4月10日

⑱ 発 明 者 石 井 利 昇 兵庫県三田市テクノパーク12番の6 三菱金属株式会社三田工場内

⑲ 発 明 者 森 暁 兵庫県三田市テクノパーク12番の6 三菱金属株式会社三田工場内

⑳ 出 願 人 三菱マテリアル株式会社 東京都千代田区大手町1丁目6番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 志賀 正武 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

半導体装置用銅合金極細線及び半導体装置

2. 特許請求の範囲

(1) 99.9999重量%以上の高純度無酸素銅に、FeおよびAgをそれぞれ0.1重量ppm以上、3.0重量ppm未満含み、かつMgを0.5重量ppm以上、400重量ppm未満含むことを特徴とする半導体装置用銅合金極細線。

(2) 請求項1の半導体装置用銅合金極細線をボンディングワイヤとしていることを特徴とする半導体装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、半導体装置の製造に際し、ボンディング・ワイヤとして用いた場合に、Siチップ上のAl合金配線被膜とワイヤの接合部が耐蝕性が高く、かつ熱サイクルに対しても強いような半導体装置用銅合金極細線及び熱サイクルを受ける悉

い環境のもとでも使用可能な高温での耐用性の高い半導体装置に関するものである。

〔従来の技術〕

従来、一般に、半導体装置としてトランジスタやIC、さらにLSIなどが知られているが、この中で、例えばICの製造法の1つとして次に示すようなものがある。

(a) まず、リードフレーム素材として、板厚：0.1～0.3mmを有するCu合金条材を用意する。

(b) このリードフレーム素材より、エッチングまたはプレス打抜き加工にて、製造せんとするICの形状に適合したリードフレームを形成する。

(c) ついで、リードフレームの所定箇所、Siチップを、Agペーストなどの導電性樹脂を用いて加熱接着するか、あるいは、予めSiチップおよびリードフレームの片面に形成しておいたAu、Ag、Ni、Cuまたはこれらの合金で構成された鍍金層を介してはんだ付けするかAuろう付けをする。

(d) Siチップとリードフレームとに渡って、ボ

ンディングワイヤとして直径：20～100 μ mを有するAu極細線を用いてボールボンディングを施す。

(e) 引続いて、Siチップ、ボンディングワイヤ、およびSiチップが取付けられた部分のリードフレームを、これらを保護する目的で樹脂封止する。
(f) 最終的に、上記リードフレームにおける相互に連なる部分を切除してICを形成する。

以上(a)～(f)の主要工程からなる方法が知られている。

上記のように、半導体装置の製造には、ボンディングワイヤとしてAu極細線が用いられているが、近年、高価なAu極細線に代って安価な高純度無酸素銅極細線が注目されるようになっている。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、一般の高純度無酸素銅極細線を半導体装置のボンディングワイヤとして用いる場合には、超音波を併用した熱圧着ボンディングを行うのが普通であるが、ボンディング時にワイヤ先端部に形成されたボール部によって、圧着される側

のSiチップ自体にマイクロクラックが生じたりするなどの問題点があり、ボンディングワイヤ素材に元素を添加して硬化させることは好ましくないとされていた。

ところが、ボンディング技術の進歩により、ボール部の硬さが若干硬化してもボンディング可能でかつ破壊されにくい構造のSiチップも製造されており、そのため従来よりも多量の添加元素の添加が可能となっている。

また、最近、半導体に対する信頼性の要求が厳しくなり、従来では使用されなかった高温下での使用、また厳しい温度変化下での使用が要求されてきており、この場合、ワイヤとAl合金配線膜との接合部における局部電池の生成、温度変化のために生じるパッケージ、ワイヤなどの収縮による銅合金極細線熱影響部におけるクラックの発生という問題が生じているのが現状である。

〔課題を解決するための手段〕

そこで、本発明者等は上述の様な観点から、高温下での信頼性、ならびに、温度変化に対する信

頼性を向上させる銅ボンディングワイヤを開発すべく鋭意研究を行った結果、以下のような知見を得るに至った。

すなわち、これまで銅中の不純物元素とされていたFeおよびAgは、他の不純物元素、特に、Se、Te、Sなどとは異なり、銅の硬度を上げることなく、それぞれ0.1重量ppm以上、3.0重量ppm未満含有し、かつ0.5重量ppm以上、400重量ppm未満のMgと共存することにより、ワイヤとAl合金配線被膜接合部での耐熱性を飛躍的に向上させるとともに、温度変化に伴うパッケージなどの収縮においてもその熱影響部でのクラックの発生を大きく低減させる。

この発明は上記知見に基づいてなされたものであって、99.9999重量%以上の高純度無酸素銅に、FeおよびAgをそれぞれ0.1重量ppm以上、3.0重量ppm未満含み、かつMgを0.5重量ppm以上、400重量ppm未満含むことを特徴とする半導体装置用銅合金極細線及びこの銅合金極細線をボンディングワイヤとする半導体装置で

ある。

なお、この発明の銅合金極細線において、合金成分として、FeおよびAgの含有量をそれぞれ0.1重量ppm以上、3.0重量ppm未満、かつMgの含有量を0.5重量ppm以上、400重量ppm未満と定めたのは、これらの含有量が上記指定未満では、半導体装置の実用に際し、高温下での使用時にワイヤとAl合金配線被膜との接合部における耐熱性を向上させる効果および、温度変化に伴うパッケージ、ワイヤなどの収縮によるワイヤのクラック発生を低減させる効果がなく、一方、FeおよびAgのそれぞれの含有量が3.0重量ppmを超えると、Mgとの共存下においては、ワイヤボンディング時におけるワイヤ先端部に形成させるボールの形成能が劣化し、Mgが400重量ppmを超えると、ボールの変形に伴う加工硬化が大きくなり、破壊されにくい構造のSiチップへもワイヤボンディングが困難になるという理由に基づくものである。

また、これらの合金成分を添加する銅を99.

99.99重量%以上と規定したのは、銅における不可避不純物としてのS、SeおよびTeなどは硬度が上昇するのみでなく、従来の銅ボンディングワイヤに発生していた耐蝕性の低下を避けることができないためであり、さらに、これまで銅中の不純物として取り除かれていた、Fe、Agの含有量を0.1重量ppm以上、3.0重量ppm未満にコントロールする必要があるためである。

〔作用〕

この発明の半導体装置用銅合金極細線および半導体装置にあつては、FeおよびAgをそれぞれ0.1重量ppm以上、3.0重量ppm未満含有させ、かつMgを0.5重量ppm以上、400重量ppm未満含有させることにより、銅の硬度を上げることなく、ワイヤとAl合金配線被膜接合部での耐蝕性を飛躍的に向上させるとともに、温度変化に伴うパッケージなどの収縮においてもその熱影響部でのクラックの発生を大きく低減させることができる。

用いてAl合金配線被膜を有するボンディングによって破壊されにくい構造のSiチップにボールボンディングを行い、ボールの形成能、マイクロクラックの発生の調査を行った。

また、これらのワイヤを使用して作製した半導体素子を250℃の高温下で放置し、30時間後の接続不良個数を測定した。さらに、-65℃～150℃のヒートサイクルテストを行い、500サイクル後の不良数を測定した。

これらの結果を第一表に示す。

以下余白

〔実施例〕

次に、この発明の一実施例を説明する。

まず、通常の電気銅を原料とし、これに電解精製を繰り返して施した後、S、SeおよびTeなどと化合物を形成し易い元素（例えばLa等）を添加し、ゾーン・リファイニングを行って99.9999%以上の高純度無酸素銅を作製する。

引続いて、この高純度無酸素銅を真空溶解炉で溶解し、これにそれぞれ第1表に示されるように、FeおよびAgをそれぞれ0.1重量ppm以上、3.0重量ppm未満に、かつMgを0.5重量ppm以上、400重量ppm未満となるように含有させて鑄造し、さらに、これに通常の条件で熱間および冷間線引加工を施し、いずれも直径：25μmの本発明に係わる銅合金極細線No. 1～8をそれぞれ製造した。

また、比較のため、上記添加元素量が本願発明の銅合金極細線とは異なる比較例No. 1～4を製造した。

ついで、上記各種の銅極細線No. 1～12を

第 1 表

| 種 別 | 合金成分含有量 (ppm) | | | ボール形成能 | マイクロクラック数 (個) n=15000 | 250℃x30hr後の 接合不良数(個) n=100 | -65℃~150℃ 500時間後の不良数 (個) n=100 |
|----------------------------|------------------|-----|-----|--------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| | Fe | Ag | Mg | | | | |
| 本 発 明 実 施 例 | 1 | 0.3 | 0.3 | 1.0 | 良 | 0 | 0 |
| | 2 | 0.3 | 0.8 | 12 | 良 | 0 | 0 |
| | 3 | 1.5 | 1.3 | 37 | 良 | 0 | 0 |
| | 4 | 1.8 | 1.7 | 84 | 良 | 0 | 0 |
| | 5 | 0.3 | 2.0 | 120 | 良 | 0 | 0 |
| | 6 | 2.5 | 2.5 | 213 | 良 | 0 | 0 |
| | 7 | 0.7 | 2.5 | 358 | 良 | 1 | 0 |
| | 8 | 2.2 | 1.0 | 147 | 良 | 0 | 0 |
| 比 較 例 | 9 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 良 | 0 | 27 |
| | 10 | 4.5 | 0.3 | 23 | 悪 | 18 | 12 |
| | 11 | 1.0 | 21 | 74 | 悪 | 33 | 3 |
| | 12 | 0.8 | 2.7 | 482 | やや悪 | 261 | 0 |

この表に示される結果から、本発明の実施例の銅合金極細線においては、No. 7においてマイクロクラックが1つ発生しているのみで、信頼性テストにおいては、全く問題が生じていない。この程度のマイクロクラック発生であれば、ボンディング条件で回避できる。比較例No. 9においては、Mgの添加量が少ないため、信頼性の向上は認められず、No. 10、11においては、FeおよびAgの含有量が適正でないため、Mgとの共存効果が十分でなく、やはり信頼性向上が認められず、又、ボール形成能が悪いため、マイクロクラックも発生している。No. 12においては、Mgが多すぎてボールの硬化により、マイクロクラックが多数発生している。

(発明の効果)

以上説明したように、この発明の半導体装置用銅合金細線によれば、ボンディング可能な硬度範囲で、ボール形成能が良好となり、かつ高温下並びに温度変化の激しい環境下においても信頼性の高い接合部を確保できる。

また、上記極細線をボンディングワイヤとした半導体装置においては、ワイヤとAl合金配線被膜との接合部が、局部電池の生成により腐蝕されて断線するなどの事故が防止され、高温の悪影響下においても耐用性が高く、かつ、温度変化の激しい環境下においても、パッケージ、ワイヤなどの収縮において、ワイヤの熱影響部にクラックが発生し、断線するなどの事故も防止される。

出願人 三菱金属株式会社